



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 16 786 A 1**

⑤① Int. Cl.7:  
**B 29 C 65/16**  
F 16 L 47/02

②① Aktenzeichen: 199 16 786.9  
②② Anmeldetag: 14. 4. 1999  
②③ Offenlegungstag: 19. 10. 2000

DE 199 16 786 A 1

⑦① Anmelder:  
KTD-Plasticon-Kunststofftechnik Dinslaken GmbH,  
46539 Dinslaken, DE

⑦④ Vertreter:  
Ackmann, Menges & Demski Patentanwälte, 47053  
Duisburg

⑦② Erfinder:  
Laak, Hermann van, Dipl.-Ing., 46569 Hünxe, DE;  
Stamm, Ludwig, 46569 Hünxe, DE

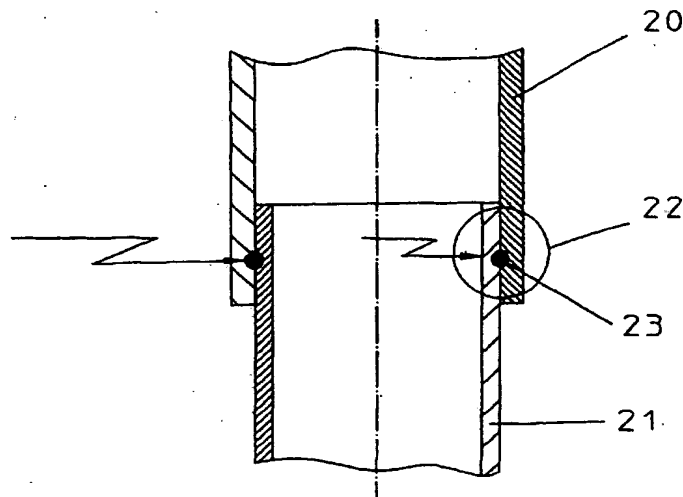
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 195 10 493 A1  
DE-OS 22 61 388  
EP 04 15 068 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Verbindung mindestens zweier aus Kunststoff bestehender Rohr- und/oder Wandelemente

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbindung mindestens zweier aus Kunststoff bestehender Rohr- und/oder Wandelemente 21, 22, welche aus lasertransparentem bzw. laserabsorbierendem Kunststoff bestehen und zur Aufnahme und/oder zum Transport von gasförmigen oder flüssigen Medien vorgesehen sind. Um die Montagezeit zu verkürzen und zu vereinfachen, ist vorgesehen, daß die sich berührenden Flächen der Rohr- und/oder Wandelemente 21, 22 im Übergangsbereich 22 aus der Mantelfläche eines Zylinders oder Kegelstumpfes bestehen und für den Zeitraum der Wärmeeinwirkung durch einen aufzubringenden Anpreßdruck zusammengehalten werden und die Lasereinwirkung von der lasertransparenten Kunststoffseite her im Übergangsbereich 22 erfolgt.



DE 199 16 786 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und die daraus resultierende Verbindung mindestens zweier aus Kunststoff bestehender Rohr- und/oder Wandlelemente durch Wärmeeinwirkung im Übergangsbereich für insbesondere Behälter, Apparate, Gehäuse und Leitungskanäle zur Aufnahme und/oder zum Transport von gasförmigen oder flüssigen Medien, wobei ein lasertransparenter Kunststoff mit einem Laserstrahlen absorbierenden Kunststoff durch Lasereinwirkung verschweißt wird.

Zum Transportieren, Lagern und Ab- oder Weiterleiten von hochkorrosiven Gasen oder Flüssigkeiten werden Behälter, Container und entsprechende Verbindungskanäle benötigt, die eine gas- und flüssigkeitsdichte und korrosionsbeständige Verbindung aufweisen. Derartige hochkorrosive Gase oder Flüssigkeiten stammen in der Regel von Microchipfabriken, Chemikalienproduzenten und -distributoren sowie Kraftwerken, Müllverbrennungsanlagen und zahlreichen industriellen Prozeßanlagen. Für die Behälter und Verbindungskanäle werden in der Regel Kunststoffe eingesetzt, die miteinander verschweißt werden. Hierbei werden Verfahrenstechniken, wie das Warmgasziehschweißen, das Heizelementkontaktschweißen, das Infrarotschweißen und das Elektromuffenschweißen angewendet.

Nachteile des Warmgasziehschweißens bestehen beispielsweise darin, daß sehr große Schmelzquerschnitte erforderlich sind und zu einer Zeit- und kostenintensiven Verarbeitung führen. Ferner sind präzise Nahtvorbereitungen und eine lange Schweißnahtfixierung beim Abkühlen erforderlich, so daß bei rohrförmigen Fugebereichen das Schweißverfahren unwirtschaftlich wird. Ferner wird bei diesem Schweißverfahren Schweißmaterial zusätzlich erforderlich, welches die Produktionskosten weiterhin verteuert.

Das handelsübliche Heizelementkontaktschweißen ist hingegen bei hochfluorierten Thermoplasten wie z. B. PFA, FEP, MFA, in der Regel nicht anwendbar. Das Elektromuffenschweißen benötigt für den Schweißvorgang eine Schweißmuffe und wird ebenfalls bislang nicht bei hochfluorierten Thermoplasten eingesetzt. Das Infrarotschweißen ist für hochfluorierte Thermoplaste ebenfalls nur bedingt einsetzbar.

Für alle vorgenannten Schweißverfahren ergibt sich im weiteren ein Nachteil dadurch, daß eine aufwendige Fixierung der zu verbindenden Teile notwendig ist, um einen Verzug in der Abkühlphase zu vermeiden. Desweiteren werden aufgrund der großen Schmelzvolumen relativ große Zykluszeiten zum Aufheizen, Verbinden und Abkühlen benötigt. Insbesondere bei kleinen Wandstärken ist es sehr schwierig, eine sichere Schweißnaht mit den herkömmlichen Schweißtechniken zu erzielen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schweißverbindung aufzuzeigen, welche sich durch wesentlich verkürzte Montage- und Schweißzeiten auszeichnet und darüber hinaus eine betriebssichere gas- und flüssigkeitsdichte Schweißverbindung ermöglicht.

Erfindungsgemäß ist zur Lösung der Verfahrensaufgabe vorgesehen, daß zur Verbindung mindestens zweier aus Kunststoff bestehender Rohr- und/oder Wandlelemente, die sich berührenden Flächen der Rohr- und/oder Wandlelemente im Übergangsbereich aus der Mantelfläche eines Zylinders oder Kegelstumpfes bestehen und im Zeitraum der Wärmeeinwirkung durch einen aufzubringenden Anpreßdruck zusammengehalten werden und die Lasereinwirkung von der lasertransparenten Kunststoffschicht her erfolgt.

Bei der erfindungsgemäßen Laserschweißung durchdringt der Laserstrahl eine lasertransparente Schicht, um in einer mit entsprechenden Additiven versehenen Schicht ab-

sorbiert zu werden. Durch die frei werdende Wärme wird an der Oberfläche der laserabsorbierenden Fläche ein dünner Schmelzfilm von beispielsweise 0,1 bis 0,2 mm Dicke gebildet. Durch die lokale Wärmeentwicklung wird der sich in Kontakt befindliche Verbindungspartner ebenfalls erwärmt und an der Oberfläche leicht angeschmolzen, so daß die Oberflächen gewissermaßen verschmelzen und nach der Abkühlung sehr fest miteinander verbunden sind. Die an den Oberflächen bzw. Kontaktflächen gebildete Schmelzmasse ist so gering, daß gegenüber herkömmlichen Schweißverfahren eine wesentlich reduzierte Aufwärmphase, Schweiß- und Abkühlzeit erforderlich ist. Beispielsweise wird für das Laserschweißen gegenüber dem Warmgasziehschweißen nur 1/15 der Energie benötigt. Der Zeitaufwand für den Schweißvorgang reduziert sich auf circa 1/4 der beim Warmgasziehschweißen benötigten Zeit. Durch die reduzierten Bearbeitungszeiten ist somit eine schnellere Montage möglich. Ferner wird die Belastung des Kontaktbereiches beim erfindungsgemäßen Schweißverfahren durch Scherung bei unterschiedlichen Abkühlungsgeschwindigkeiten der miteinander verbundenen Kunststoffe wesentlich verringert. Durch die kleinere Wärmeeinflußzone ergibt sich desweiteren eine wesentlich kürzere Schweißnahtfixierung, wodurch die Produktionsrate erhöht und die Fertigungskosten gesenkt werden können. Eine besondere Schweißnahtvorbereitung ist beim Laserschweißen nicht erforderlich und es werden auch keine Schweißzusatzstoffe benötigt, so daß die Kosten verringert und die Handhabung im weiteren vereinfacht wird. Durch die Verringerung der Abkühlzeiten können ferner größere Stückzahlen wirtschaftlich verarbeitet und einem Automatisationsprozeß mit einer hohen Reproduzierbarkeit zugeführt werden.

Als besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Schweißverfahrens ist bei hochfluorierten Kunststoffen durch den geringeren Energieübertrag und das geringe Schweißvolumen eine erheblich reduzierte Emission von umwelt- und gesundheitsschädlichen Gasen von Bedeutung.

Ein weiterer Vorteil des Laserschweißers besteht darin, daß der Einsatz auch bei hochfluorierten Thermoplasten möglich ist. Aufgrund der geringeren Wärmeeinflußzonen ist ein Verzug der zu verbindenden Kunststoffteile minimiert, so daß keine aufwendige und lange Fixierung der Teile notwendig ist, wodurch die Zykluszeiten, wie Aufheizen, Verbinden und Abkühlen, wesentlich reduziert werden können. Das erfindungsgemäße Laserschweißverfahren ist ferner durch die verhältnismäßig kleinen Wärmeeinflußzonen in vorteilhafter Weise bei dünnen Wandstärken anwendbar.

Zur Erzeugung eines notwendigen Anpreßdruckes zwischen den zu verbindenden Rohr- und/oder Wandlelementen kann beispielsweise das Rückstellvermögen eines zuvor thermoplastisch verformten Rohr- und/oder Wandlementes eingesetzt werden oder alternativ besteht die Möglichkeit durch mechanische Einwirkung den entsprechenden Anpreßdruck zu erzeugen.

Das aufgezeigte Laserschweißverfahren zeichnet sich insbesondere durch die Verwendbarkeit bei identischen oder artgleichen Kunststoffmaterialien aus, welche ggf. durch kunststoffübliche Füllstoffe, wie beispielsweise Glas-, Kohle-, Aramidfasern oder dergleichen, oder durch plättchenförmige Füllstoffe, wie z. B. Talkum oder andere, verstärkt sein können.

Für die Anwendung des Laserschweißverfahrens eignen sich herkömmliche Festkörperlaser, Gaslaser oder Halbleitlaser, um den Wärmeeintrag vorzunehmen.

Eine nach dem Laserschweißverfahren hergestellte Verbindung mindestens zweier aus Kunststoff bestehender Rohr- und/oder Wandlelemente zeichnet sich dadurch aus,

daß die sich berührenden Flächen der Rohr- und/oder Wandelemente im Übergangsbereich aus der Mantelfläche eines Zylinders oder Kegelstumpfes bestehen und die Rohr- und/oder Wandelemente durch Lasereinwirkung verschweißt sind, wobei der dem Laser zugewandte Kunststoff lasertransparent ausgebildet ist und der dem Laser abgewandte Kunststoff Laserstrahlen absorbierende Partikel, sogenannte Additive, enthält. Durch die besondere Ausbildung des Übergangsbereiches zwischen den zu verbindenden Elementen mit einer Mantelfläche eines Zylinders oder Kegelstumpfes wird ein großflächiger Übergangsbereich gebildet, der in vorteilhafter Weise mittels der Laserschweißtechnik miteinander gas- und flüssigkeitsdicht verbunden werden kann.

Die Übergangsbereiche können hierbei insbesondere aus Rohrenden, Schlauchabschnitten, Fittingenden oder Folien-aushaltungen bestehen. Die Verwendung von identischen oder artgleichen Kunststoffen für die zu verbindenden Elemente erweitert den Anwendungsbereich der Laserschweißtechnik. In vorteilhafter Weise sind Fluorkunststoffe, wie z. B. PFA, MFA, FEP, PTFE, ECTFE, PVDF, mit dem aufgezeigten Laserschweißverfahren miteinander zu verbinden, welche ggf. durch kunststoffübliche Füllstoffe, wie beispielsweise Glas-, Kohle-, Aramidfasern oder dergleichen, oder durch plättchenförmige Füllstoffe, wie z. B. Talkum oder andere, verstärkt ausgeführt sind. Zur Anwendung des Laserschweißverfahrens wird der dem Laser zugewandte Kunststoff lasertransparent ausgeführt und der dem Laser abgewandte Kunststoff mit absorbierenden Partikeln versetzt, welche vorzugsweise eine Wellenlänge von 400 bis 2000 nm absorbieren. Beispielsweise können Farbpigmente in Form von Rußteilchen als Additive eingesetzt werden. Das Verschweißen kann mittels Festkörper-, Gas- oder Halbleiterlaser erfolgen, die Laserstrahlen entsprechender Wellenlänge erzeugen.

Die Laserstrahlen absorbierenden Kunststoffe können im optischen oder nicht optischen Wellenlängenbereich transparent oder nichttransparent ausgebildet sein, wobei bei der Verwendung von eingefärbten nichttransparenten Kunststoffen diese bei der Montage unter den transparenten Kunststoffen sehr gut zu erkennen sind, so daß die beiden miteinander zu verbindenden Rohr- und/oder Wandelemente gut sichtbar positioniert werden können und das Lasergesamt exakt und überprüfbar im Übergangsbereich der zu verbindenden Elemente eingesetzt werden kann.

Zur Anwendung kommt das Laserschweißverfahren bei Rohrelementen aus Vollkunststoff, stahlummanteltem Kunststoff, oder kunststoffbeschichteten Stahlrohren und Wandelementen aus tragenden oder nicht tragenden Kunststoffwänden oder Behälterauskleidungen.

Verschiedene Konstruktionsbeispiele von Verbindungen zwischen Rohr- und/oder Wandelementen sind aus den Fig. 1 bis 6 ersichtlich.

Es zeigt

Fig. 1 eine Schweißverbindung zwischen einem Rohrelement und einer ausgehalsten Folie;

Fig. 2 eine Schweißverbindung zwischen einem kunststoffbeschichteten Stahlrohr und einer ausgehalsten Folie;

Fig. 3 eine Schweißverbindung bei zwei coaxial angeordneten Rohrelementen;

Fig. 4 eine Schweißverbindung bei einem kegelstumpfförmigen Übergangsbereich zweier Rohrelemente;

Fig. 5 eine Schweißverbindung eines Rohrelementes mit Flanschkragen an einer Behälterwandung und einer Korrosionsschutzfolie und

Fig. 6 eine Schweißverbindung eines Rohrelementes an einem Wandelement bzw. mit einer Korrosionsschutzfolie mittels Formstück.

Fig. 1 zeigt ein erstes Konstruktionsbeispiel einer Laserschweißung zwischen einem Rohrelement 1 und einer ausgehalsten Folie 2. Die Aushaltung der Folie besteht aus einer ringförmig an dem Rohrelement 1 anliegenden Aushaltung 3, welche bündig mit dem Rohrelement 1 abschließt. Der Übergangsbereich 4 der beiden zu verbindenden Elemente 1, 2 besteht aus einer Zylinderfläche, welche durch eine Laserschweißung, wie durch die angedeuteten Blitzpfeile charakterisiert, durch eine Verschmelzung der beiden Kunststoffe verbunden ist. Die Verschmelzungsfläche 5 liegt mittig im Übergangsbereich 4 und wird durch den erfindungsgemäßen Energieeintrag des Laser erzielt. Während die rechte Figurenhälfte ein Rohrelement 1 mit laserabsorbierenden Partikeln und einer lasertransparenten Folie 2 zeigt, ist in der linken Figurenhälfte ein lasertransparentes Rohrelement 1 und eine Laserstrahlen absorbierende Folie 2 gezeigt. Der Laserschweißvorgang findet bei beiden Ausführungsvarianten von dem lasertransparenten Element her statt.

Fig. 2 zeigt ein Stahlrohrelement 10, welches eine Kunststoffbeschichtung 11 aufweist. Das Stahlrohrelement 10 ist ebenfalls mit einer ausgehalsten Folie 12 durch eine Laserschweißung verbunden. Die ringförmige Verschmelzungsfläche 13 befindet sich wiederum mittig im Übergangsbereich 14 der zu verbindenden Elemente 11, 12.

Fig. 3 zeigt eine Verbindung zwischen zwei coaxial ineinander geschobenen Rohrelementen 20, 21, welche einen sich überlappenden Übergangsbereich 22 aufweisen, der in Längsrichtung ausgebildet ist und annähernd mittig eine ringförmige Verschmelzungsfläche 23 aufweist. Die rechte Figurenhälfte der Fig. 3 zeigt ein lasertransparentes innenliegendes Rohrelement 21 und ein laserabsorbierendes äußeres Rohrelement 20, während die linke Figurenhälfte eine umgekehrte Anordnung zeigt.

Fig. 4 zeigt zwei kegelstumpfförmige Rohrelemente 30, 31, welche ebenfalls einen überlappenden Übergangsbereich 32 aufweisen, der durch eine ringförmige Verschmelzungsfläche 33 miteinander verbunden ist. Die beiden Figurenhälften zeigen eine Ausführung mit innenliegendem lasertransparenten Rohrelement 31 und eine solche mit laserabsorbierenden innenliegenden Rohrelement 31 und den jeweils zugehörigen außenliegenden Rohrelementen 30.

Fig. 5 zeigt ein mit einem Flanschkragen ausgebildetes Rohrelement 40, welches im Randbereich oder in einer Bohrung 41 einer Wand- oder Bodenplatte 43 aufgenommen ist. Die rechte Figurenhälfte der Fig. 5 zeigt im weiteren eine auf dem Flanschkragen 42 angeschweißte Folie 44, wobei die Folie 44 aus einem transparenten Kunststoff und das Rohrelement 40 bzw. der Flanschkragen 42 aus einem laserabsorbierenden Kunststoff besteht. In der linken Figurenhälfte wird demgegenüber eine Verschweißung des Flanschkragens 42 mit der Wand- oder Bodenplatte 43 gezeigt, wobei der Flanschkragen 42 als lasertransparentes Material und die Wand- oder Bodenplatte 43 als laserabsorbierendes Material ausgebildet ist. Bei beiden Schweißvorgängen wird wiederum die Lasereinwirkung von der lasertransparenten Materialseite her vorgenommen.

Fig. 6 zeigt ein Rohrelement 50, welches in der rechten Figurenhälfte eine rechtwinklig angeordnete Wand- oder Bodenplatte 51 und in der linken Figurenhälfte eine angeschweißte Folie 52 aufweist. Das Rohrelement 50 ist mit der Wand- oder Bodenplatte 51 bzw. der Folie 52 mittels eines ringförmigen Formstückes 53 verbunden. In der rechten Figurenhälfte besteht sowohl das Rohrelement 50 als auch die Wand- oder Bodenplatte 51 aus einem laserabsorbierenden Material und das Formstück 53 wurde in einem lasertransparenten Material gefertigt, während in der linken Figurenhälfte das Rohrelement 50 und die Folie 52 als lasertranspa-

rentes Material und das Formstück 53 als laserabsorbierendes Material ausgestaltet ist. Die Verschweißung des Formstückes 53 mit dem Rohrelement 50 bzw. der Wand- oder Bodenplatte 51 und der Folie 52 erfolgt hierbei mittels zweier ringförmiger Laserschweißnähte, welche zu einer Verschmelzungsfläche 54 zwischen dem Rohrelement 50 und dem Formstück 53 und zu einer Verschmelzungsfläche 55 zwischen dem Formstück 53 und der Wand- oder Bodenplatte 51 bzw. der Folie 52 führen.

Die in den Fig. 1 bis 6 gezeigten Konstruktionsbeispiele verdeutlichen die Vielseitigkeit der Laserschweißtechnik bei der Verbindung zweier gleichartiger oder identischer Kunststoffe, von denen einer als lasertransparentes Material und einer als laserabsorbierendes Material ausgebildet ist. Die zu verbindenden Elemente können hierbei auf den Stirnflächen bzw. Umfangsflächen in den Übergangsbereichen miteinander verschweißt werden. Hierbei wird durch das angewendete erfindungsgemäße Laserschweißverfahren nur ein geringer Energieeintrag in die zu verbindenden Kunststoffteile notwendig, so daß keine langen Abkühlzeiten erforderlich sind und demzufolge eine nur kurzzeitige Fixierung der zu verbindenden Elemente notwendig ist. Um eine gas- und flüssigkeitsdichte Verbindung zwischen den Rohr- und/oder Wandelementen herzustellen, wird hierbei eine über den Umfang durchgehende Schweißnaht gezogen.

#### Bezugszeichenliste

1 Rohrelement	
2 Folie	30
3 Aushalsung	
4 Übergangsbereich	
5 Verschmelzungsfläche	
10 Stahlrohrelement	
11 Beschichtung	35
12 Folie	
13 Verschmelzungsfläche	
14 Übergangsbereich	
20 Rohrelement	
21 Rohrelement	40
22 Übergangsbereich	
23 Verschmelzungsfläche	
30 Rohrelement	
31 Rohrelement	45
32 Übergangsbereich	
33 Verschmelzungsfläche	
40 Rohrelement	
41 Bohrung	
42 Flanschkragen	
43 Wand- oder Bodenplatte	50
44 Folie	
50 Rohrelement	
51 Wand- oder Bodenplatte	
52 Folie	55
53 Formstück	
54 Verschmelzungsfläche	
55 Verschmelzungsfläche	

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbindung mindestens zweier aus Kunststoff bestehender Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) durch Wärmeeinwirkung im Übergangsbereich (4, 14, 22, 32) für insbesondere Behälter, Apparate, Gehäuse und Leitungskanäle zur Aufnahme und/oder zum Transport von gasförmigen oder flüssigen Medien, wobei ein lasertransparenter Kunststoff mit einem Laserstrahlen absorbierenden

Kunststoff durch Lasereinwirkung verschweißt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die sich berührenden Flächen der Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) im rohrförmigen Übergangsbereich (4, 14, 22, 32) aus der Mantelfläche eines Zylinders oder Kegelstumpfes bestehen und für den Zeitraum der Wärmeeinwirkung durch einen aufzubringenden Anpreßdruck zusammengehalten werden und die Lasereinwirkung von der lasertransparenten Kunststoffseite her im Übergangsbereich (4, 14, 22, 32) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anpreßdruck beispielsweise durch das Rückstellvermögen eines zuvor thermoplastisch verformten Rohr- und/oder Wandelement (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) erzielt wird oder durch mechanische Einwirkung, beispielsweise durch Gegenspannen oder eine Druckblase, erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß identische oder artgleiche Kunststoffe, welche ggf. durch kunststoffübliche Füllstoffe, wie beispielsweise Glas-, Kohle-, Aramidfasern oder dergleichen, oder durch plättchenförmige Füllstoffe, wie z. B. Talkum oder andere, verstärkt ausgeführt sind, verwendet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß Festkörperlaser, Gaslaser oder Halbleiterlaser für die Wärmeeinwirkung verwendet werden.

5. Verbindung mindestens zweier aus Kunststoff bestehender Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, wobei der dem Laser zugewandte Kunststoff, lasertransparent ausgebildet ist und der dem Laser abgewandte Kunststoff Laserstrahlen absorbierende Partikel enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die sich berührenden Flächen der Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) im rohrförmigen Übergangsbereich (4, 14, 22, 32) aus der Mantelfläche eines Zylinders oder Kegelstumpfes bestehen und die Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) durch Lasereinwirkung verschweißt sind und die Schweißnaht im verdeckt liegenden Übergangsbereich (4, 14, 22, 32) der Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) angeordnet ist.

6. Verbindung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergangsbereiche (4, 14, 22, 32) aus Rohrenden, Schlauchabschnitte, Fittingenden oder Folienshaufungen bestehen.

7. Verbindung nach Anspruch 5 oder 6 dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) aus Vollkunststoff, aus stahlummantelten Kunststoff oder aus kunststoffbeschichteten Stahlrohren und die Wandelemente (42, 51) aus tragenden oder nichttragenden Kunststoffwänden oder Behälterauskleidungen bestehen.

8. Verbindung nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß identische oder artgleiche Kunststoffe für die zu verbindenden Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) einsetzbar sind.

9. Verbindung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß für die Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) vorzugsweise hochfluorierte Kunststoffe, z. B. PFA, MFA, FEP, PTFE oder fluorierte Kunststoffe, z. B. ECTFE, PVDF, aber auch schwer schweißbare Kunststoffe, wie z. B. PE-X oder PE-UHMW einsetzbar sind.

10. Verbindung nach einem oder mehreren der An-

sprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) bzw. deren Übergangsbereiche (4, 14, 22, 32) aus hochfluorierten, fluorierten oder schwer schweißbaren Kunststoffen bestehen.

11. Verbindung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Kunststoffe durch kunststoffübliche Füllstoffe, wie beispielsweise Glas-, Kohle-, Aramidfasern oder dergleichen, oder durch plättchenförmige Füllstoffe, wie z. B. Talkum oder andere, verstärkt ausgeführt sind.

12. Verbindung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die laserabsorbierenden Partikel Licht der Wellenlänge von 400 bis 2000 nm absorbieren.

13. Verbindung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Partikel Farbpigmente, wie z. B. Rußteilchen oder dergleichen einsetzbar sind.

14. Verbindung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohr- und/oder Wandelemente (1, 10, 20, 21, 30, 31, 40, 50) durch Festkörperlaser, Gaslaser oder Halbleiterlaser verschweißt sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

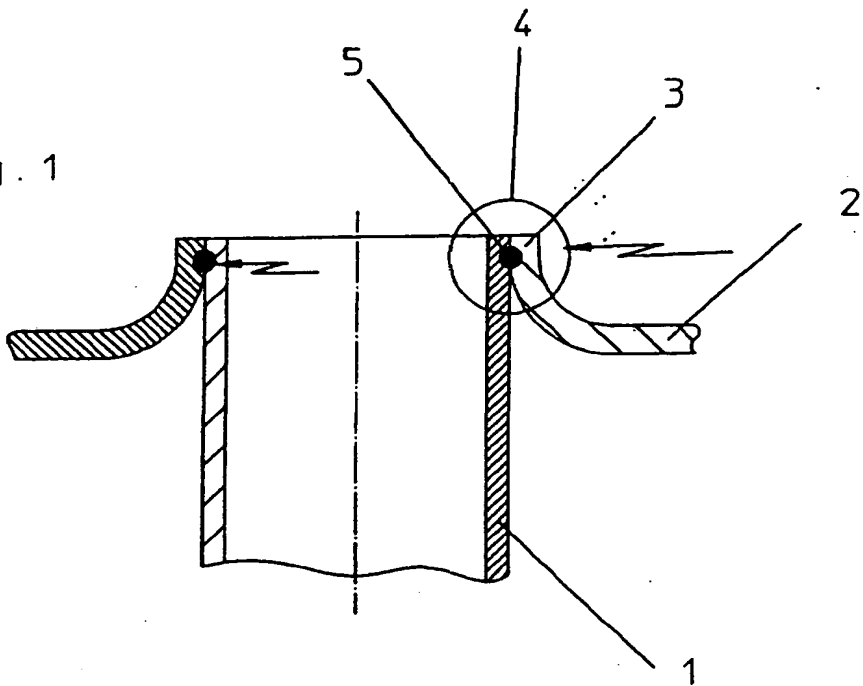


Fig. 2

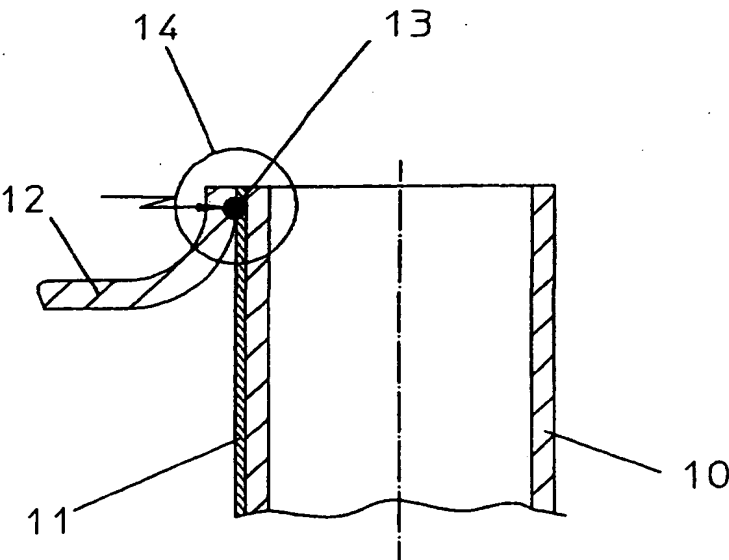


Fig. 3

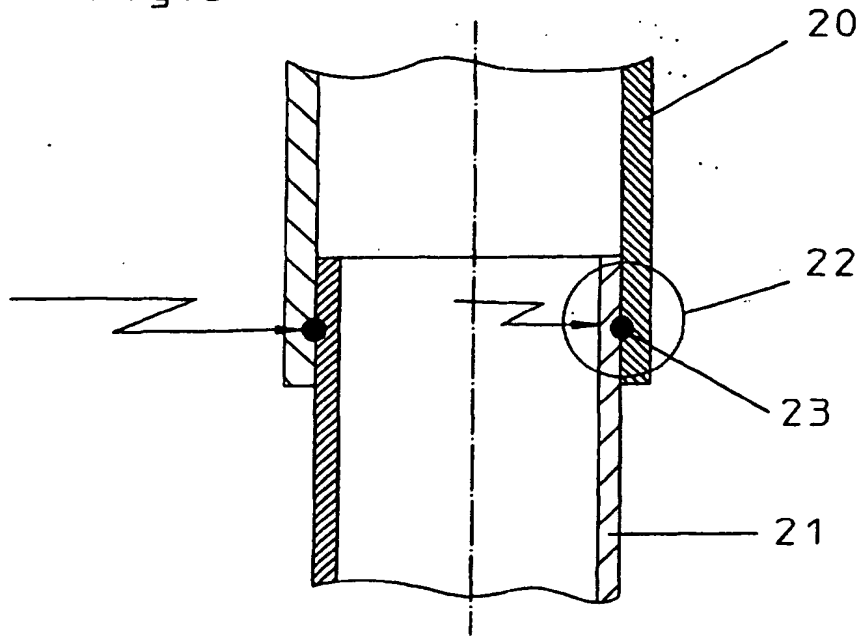


Fig. 4

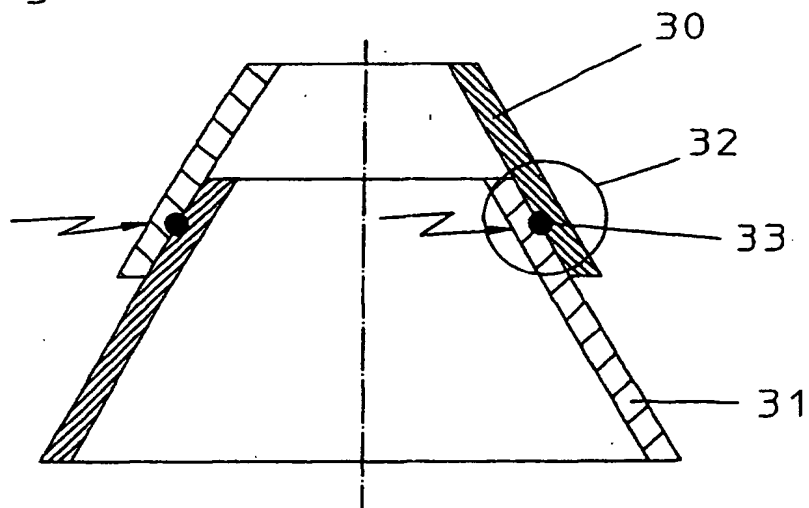


Fig. 5

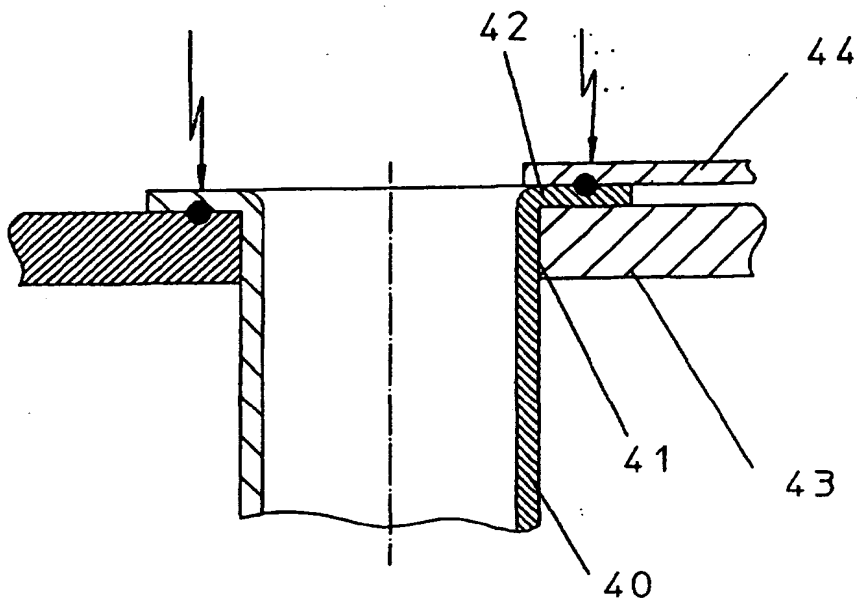


Fig. 6

